

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Tihomir Števinović

Zagreb, 2013.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Prof. dr. sc. Vesna Alar, dipl. ing.

Student:

Tihomir Števinović

Zagreb, 2013.

Izjavljujem da sam rad na temu "**Zaštitna svojstva fenol epoksidnih prevlaka na čeliku u kiselim otopinama**" izradio samostalno koristeći stečena znanja tijekom studija, konzultacije, navedenu literaturu i uređaje za ispitivanje.

Zahvaljujem se svojoj mentorici prof. dr. sc. Vesni Alar, dipl. ing. koja mi je izašla u susret, te svojim idejama i prijedlozima upotpunila rad.

Također se zahvaljujem svim djelatnicima Laboratorija za zaštitu materijala na pruženoj pomoći tijekom izrade ovog završnog rada.

Posebno se zahvaljujem dr. sc. Ivanu Stojanović na velikom razumijevanju, strpljenju i pomoći u svim segmentima izrade ovog rada.

Tihomir Števinović



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE



Središnje povjerenstvo za završne i diplomske ispite
Povjerenstvo za završne ispite studija strojarstva za smjerove:
procesno-energetski, konstrukcijski, brodostrojarški i inženjersko modeliranje i računalne simulacije

Sveučilište u Zagrebu	
Fakultet strojarstva i brodogradnje	
Datum	Prilog
Klasa:	
Ur.broj:	

ZAVRŠNI ZADATAK

Student:

Mat. br.:

Naslov rada na
hrvatskom jeziku:

Naslov rada na
engleskom jeziku:

Opis zadatka:

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:

Predviđeni datumi obrane:

Zadatak zadao:

Predsjednik Povjerenstva:

Prof. dr. sc. Igor Balen

SADRŽAJ

SADRŽAJ	I
POPIS SLIKA	III
POPIS TABLICA.....	IV
POPIS KRATICA I OZNAKA	V
SAŽETAK.....	VI
1. UVOD.....	1
1.1. Općenito o koroziji.....	2
1.2. Kemijska korozija	3
1.3. Elektrokemijska korozija	3
1.4. Opća korozija	3
1.5. Lokalna korozija	4
1.6. Selektivna korozija.....	5
1.7. Interkristalna korozija	6
2. OPĆENITO O PREVLAKAMA	7
2.1. Katodne prevlake	8
2.2. Anodne prevlake	8
3. ORGANSKE PREVLAKE.....	9
3.1. Veziva	11
3.1.1. Sušiva ulja	12
3.1.2. Alikidne smole	12
3.1.3. Epoksidne smole	12
3.1.4. Bituminozni materijali	12
3.1.5. Poliuretanske smole	13
3.2. Pigmenti	13
3.3. Punila	14
3.4. Otapala i razrjeđivači	14
3.5. Aditivi	15
4. FENOL EPOKSIDNE PREVLAKE	16
4.1. Epoksidne smole	17
4.2. Fenolne smole	17
5. PRIPREMA POVRŠINE ZA NANOŠENJE PREMAZA	19
5.1. Mehanička obrada površine	19
5.2. Kemijska obrada površine.....	20
5.3. Elektrokemijska obrada površine.....	21
5.4. Odmašćivanje.....	21
6. NANOŠENJE ORGANSKIH PREVLAKA	22
6.1. Nanošenje premaza	22
6.2. Nanošenje četkama	23
6.3. Nanošenje lopaticama	23
6.4. Nanošenje valjcima	23

6.5.	Nanošenje prskanjem	23
6.6.	Zračno prskanje.....	24
6.7.	Elektrostatičko prskanje	24
6.8.	Nanošenje uranjanjem.....	24
7.	EKSPERIMENTALNI DIO	25
7.1.	Fenol epoksidni premaz	25
7.2.	Slana komora.....	25
7.3.	Obrada površine	26
7.4.	Priprema fenol epoksidnog premaza.....	26
7.5.	Nanošenje premaza uranjanjem	27
7.6.	Mjerenje debljine premaza.....	28
7.7.	Ispitivanje postojanosti u klorovodičnoj kiselini	29
7.8.	Ispitivanje postojanosti u slanoj komori	30
7.9.	Ispitivanje prionjivosti zarezivanjem mrežice - “Cross-cut test“	32
7.10.	Analiza rezultata	34
8.	ZAKLJUČAK.....	36
	LITERATURA.....	37
	PRILOZI.....	38

POPIS SLIKA

Slika 1.	Opća korozija ugljičnog čelika [4]	2
Slika 2.	Prikaz klasifikacije korozije [1]	2
Skica 3.	Korozijski članak [6]	3
Skica 4.	Opća korozija [7]	4
Slika 5.	Vrste lokalne korozije [1, 3]	5
Slika 6.	Decinkacija mjedi [3]	6
Slika 7.	Grafitizacija sivog lijeva [3]	6
Slika 8.	Interkristalna korozija [3]	6
Slika 9.	Katodna prevlaka [1]	8
Slika 10.	Anodna prevlaka [1]	8
Slika 11.	Podjela veziva prema načinu sušenja [12]	11
Slika 12.	Pigmenti	14
Slika 13.	Skica kemijskog nastajanja fenol epoksidne smole [8]	16
Slika 14.	Brusni predmeti	20
Slika 15.	Skica uređaja za elektrokemijsko nagrizanje [1]	21
Slika 16.	Nanošenje premaza [9]	22
Slika 17.	Pistolj za zračno prskanje [17]	24
Slika 18.	Prikaz slane komore Ascott S450 u Laboratoriju za zaštitu materijala	26
Slika 19.	Odmašćivanje površine	26

POPIS TABLICA

Tablica 1.	Svojstva fenolnih i fenolno epoksidnih prevlaka	18
Tablica 2.	Postupak uranjanja.....	27
Tablica 3.	Mjerenje debljine premaza	28
Tablica 4.	Debljine pocinčanog sloja na svim uzorcima	29
Tablica 5.	Debljine fenol epoksidnog premaza na svim uzorcima.....	29
Tablica 6.	Uzorci prije uranjanja u kiselinu i nakon vađenja iz kiseline.....	30
Tablica 7.	Parametri ispitivanja u slanoj komori.....	31
Tablica 8.	Prikaz promjena stanja premaza nakon ispitivanja u slanoj komori	31
Tablica 9.	Postupak ispitivanja prionjivosti	32
Tablica 10.	Razmaci između ureza.....	33
Tablica 11.	Ocjena prionjivosti premaza prema normi HRN EN 2409	33
Tablica 12.	Prikaz rezultata prionjivosti.....	34

POPIS KRATICA

BDP - Bruto domaći proizvod

USD - Američki dolar

SAŽETAK

Završni rad sastoji se od teorijskog i eksperimentalnog dijela.

U teorijskom dijelu se obrađuje klasifikacija korozije, metode zaštite od korozije prevlakama koje se danas koriste u zaštiti metalnih konstrukcija i postrojenja. Podjela prevlaka s naglaskom na fenol epoksidnim prevlakama.

U eksperimentalnom dijelu rada provedena su elektrokemijska ispitivanja na zaštićenim pločicama s fenol epoksidnim prevlakama u kiselim otopinama pri pH od 1 do 4 te u slanoj komori.

Ključne riječi: *korozija, čelik, fenol epoksidne prevlake*

1. UVOD

Korozija je danas jedan od razloga zbog kojeg je nastala kriza materijala i energije, a to dovodi do znatnih gubitaka u gospodarstvu svake zemlje. Stoga se sve više pridodaje pažnje zaštiti metala od korozije zbog povećane upotrebe metala u svim područjima tehnologije. Također zbog većeg korištenja metalnih konstrukcija sve tanjih stjenki koje ne toleriraju korozijske napade istog intenziteta kao teške. Od svih metala čelik se najviše koristi za izradu metalnih konstrukcija. Metalne konstrukcije su izložene vrlo različitim korozivnim sredinama. Uz današnji razvoj, postoje sve veći zahtjevi na kvalitetu i dugovječnost metalnih konstrukcija. Najzastupljenija metoda zaštite čeličnih konstrukcija od korozije je primjenom premaza. Tehnologija zaštite primjenom premaza vrlo je zahtjevana i vrlo je bitan čimbenik u osiguranju kvalitete konstrukcija. Zaštita čelika fenol epoksidnim prevlakama ima veliku primjenu u brodogradnji za zaštitu teretnog prostora za kemikalije, naftu i naftne derivate jer fenol epoksidni premaz pruža maksimalnu otpornost koroziji te pruža najveći izbor u rasponu tereta koji se prevozi.

1.1. Općenito o koroziji

Korozija je nenamjerno razaranje konstrukcijskih materijala, uzrokovano fizikalnim, kemijskim i biološkim agensima. Iz ove definicije korodirati mogu i drugi materijali a ne samo metali, ali pojam korozije vezan je za metal. Zbog korozije nastaju najveći gubici materijala i ljudskih dobara (slika 1.) [1]. Prema zadnjim istraživanjima od 2004. Godine u SAD-u direktni korozije iznose 3.1% BDP-a odnosno 276 milijardi USD. Korozija je spontan proces koji se ne može spriječiti, samo se može usporiti [1, 2, 3].



Slika 1. Opća korozija ugljičnog čelika [4]

Korozijski procesi se prema mehanizmu procesa i medija mogu podijeliti na kemijsku i elektrokemijsku koroziju (slika 2.).



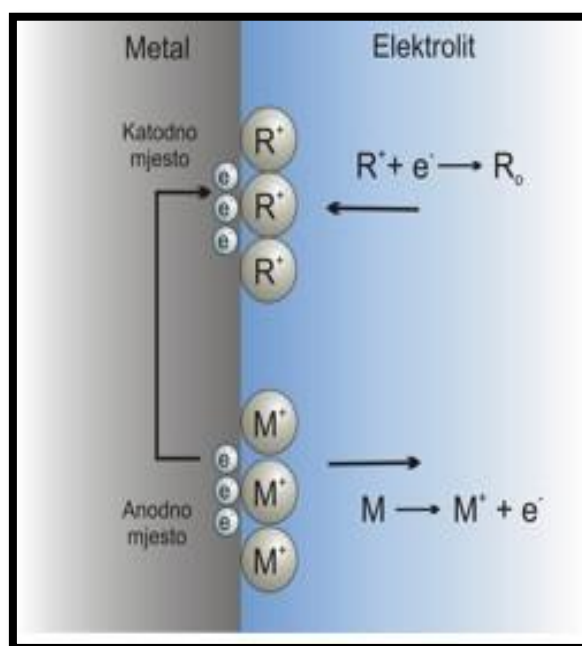
Slika 2. Prikaz klasifikacije korozije [1]

1.2. Kemijska korozija

Kemijska korozija je posljedica kemijskih reakcija između metala i okoline odnosno zbiva se u ne elektrolitima odnosno nevodljivim fluidima [2, 3].

1.3. Elektrokemijska korozija

Elektrokemijska korozija predstavlja najrašireniji oblik korozije metala, više od 95% korozije metala nastaje zbog elektrokemijske reakcije metala i okoline odnosno elektrolita. Elektroliti su voda, vodene otopine kiselina, lužina i soli pri čemu se odvijaju reakcije oksidacije i redukcije. Oksidacija je reakcija kojoj neka tvar otpušta elektrone, a redukcija je vezanje elektrona. U obje reakcije nastaje druga tvar ili skupina tvari [2, 5]. Na slici 3. je prikazana skica korozijskog članka



Skica 3. Korozijski članak [6]

1.4. Opća korozija

Opća korozija je najčešći oblik korozije koji zahvaća čitavu izloženu površinu materijala (slika 4.). Intenzivnost oštećenja je svuda podjednaka ili lokalno različita [2, 5].



Skica 4. Opća korozija [7]

Podjela opće korozije [2] :

- ravnomjerna,
- neravnomjerna.

1.5. Lokalna korozija




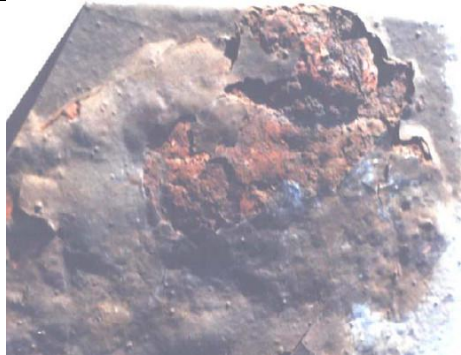
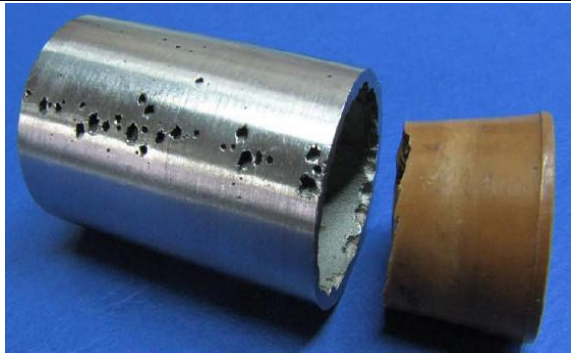
Lokalna korozija zahvaća dio izložene površine materijala te nastaje na mikroskopskoj razini. Djeluje samo na malom lokalnom području (slika 5.).

Uvjeti za nastajanje lokalne korozije su [2]:

- medij- pristupačnost oksidansa, koncentracija kloridnih iona, kiselost, povišena temperatura, stagnacija,
- materijal- nakupine, uključci, različite faze, granice zrna,
- mehanički- statička i dinamička naprezanja.

Lokalna korozija može biti [2]:

- pjegasta korozija (slika 5.),
- rupičasta ili piting korozija (slika 5.),
- potpovršinska korozija (slika 5.),
- kontaktna korozija (galvanska i korozija u procijepu)(slika 5.).

		
Lokalna korozija	Pjegasta korozija	Rupičasta korozija
		
Potpovršinska korozija	Korozija u procijepu	

Slika 5. Vrste lokalne korozije [1, 3]

1.6. Selektivna korozija

Selektivna korozija je korozija koja pojedine komponente, odnosno faze, višekomponentnih ili višefaznih materijala napada različitom brzinom. Faze odnosno komponente su elektrokemijski aktivnije od ostalih komponenti i one se anodno otapaju u galvanском kontaktu s plemenitijim komponentama [1].

Primjeri selektivnog otapanja (najvažniji) [2]:

- decinkacija mjedi (slika 6.),
- grafitizacija sivog lijeva (slika 7.).



Slika 6. Decinkacija mjedi [3]



Slika 7. Grafitizacija sivog lijeva [3]

1.7. Interkristalna korozija

Interkristalna korozija je korozija koja razara materijal po granicama zrna šireći se (interkristalno) ili kroz zrno (transkristalno) u dubinu materijala (slika 8.). Posljedice interkristalne korozije je odvanje zrna materijala. Najčešće zahvaća nehrđajuće čelike, legure na bazi nikla i aluminijske [1].



Slika 8. Interkristalna korozija [3]

2. OPĆENITO O PREVLAKAMA

Prevlake su specijalni proizvodi koji predstavljaju najrašireniju metodu zaštite od korozije [8]. Pritom je potrebno osigurati takvu tehnologiju nanošenja koja omogućuje postojanost same prevlake, njenu trajnost i pouzdanost. Glavna zadaća nanošenja prevlaka na čelične konstrukcije je zaštita od korozije, a druga zadaća može biti popravljivanje estetskog dojma, postizanje određenih fizikalnih svojstava i drugo. Prevlake daju dugoročnu zaštitu u širokom pojasu korozivnih uvjeta koji se proteže od atmosferskih utjecaja do potpunog uranjanja u agresivne otopine. Prevlake su vrlo tanki slojevi koji sprečavaju dodir dvaju materijala agresivne okoline (industrijski plinovi, tekućine, tvari ili plinovi i drugo). Prevlake ne uzrokuju nikakvu strukturnu promjenu materijala kojeg štite. Da bi u potpunosti zaštitila konstrukciju, prevlaka mora biti homogena, bez pukotina i ravnomjerne debljine. Nastanu li pukotine nastati će i kritične točke u kojima će doći do pojave korozije. Prevlake se dijele na anorganske i organske. Anorganske mogu biti metalne i nemetalne, a organske nemetalne. Metalne anorganske prevlake se prema zaštitnim svojstvima mogu podijeliti na katodne i anodne [8].

Metalne prevlake se nanose fizikalnim, kemijskim i elektrokemijskim putem odnosno postupcima.

Fizikalni postupci nanošenja su [1]:

- vruće uranjanje,
- metalizacija prskanjem,
- platiranje,
- nataljivanje,
- navarivanje,
- oblaganje,
- lemljenje,
- lijepljenje.

Kemijski postupci su [1]:

- ionska zamjena,
- katalitička redukcija.

Elektrokemijski postupak poznat je pod nazivom galvanizacija ili galvanotehnika.

2.1. Katodne prevlake

Katodne prevlake (slika 9.) imaju pozitivniji elektrodni potencijal od elektrodnog potencijala metala koji zaštićuju. Katodne prevlake su od nikla, kroma, kositra, olova na ugljičnom i niskolegiranom čeliku. Katodne prevlake zaštićuju metal mehanički, odvajajući ga od agresivne sredine. Dobre su samo ukoliko su potpuno kompaktne. Porozne katodne prevlake nisu sigurna zaštita jer nastaju mikro članici. Kombinacijom velike katodne površine i mikroskopski malih anodnih površina koncentrira se korozijski napad na osnovni metal [2].



Slika 9. Katodna prevlaka [1]

2.2. Anodne prevlake

Anodne prevlake (slika 10.) imaju negativniji elektrodni potencijal od elektrodnog potencijala metala koji zaštićuju. Primjer su prevlaka cinka (slika 10.) i kadmija na ugljičnom čeliku. Anodne prevlake zaštićuju od korozije temeljni metal ne samo mehanički, već i elektrokemijski. Mehanizam zaštite je jednak mehanizmu katodne zaštite anodnim protektorom. Korozija osnovnog materijala prestaje pri uspostavljanju potencijala koji je negativniji od ravnotežnog potencijala osnovnog metala. Primjer su prevlake cinka na čeliku gdje se u porama ne otapa temeljni metal nego anodna prevlaka [2].



Slika 10. Anodna prevlaka [1]

3. ORGANSKE PREVLAKE

Organske prevlake osiguravaju dugoročnu zaštitu materijala u industriji, brodogradnji, kemijskim i naftnim postrojenjima. U većini slučajeva to su specijalni proizvodi razvijeni tako da se odupiru vrlo različitim uvjetima korozije. Pored zaštite od korozije organske prevlake se koriste i u sprečavanju kontaminacije tekućina kao što su rafinirana ulja, kemikalije osjetljive na željezo [8]. Zaštita metalnih površina organskim prevlakama jedan je od najrasprostranjenijih postupaka u tehnici. Čak $\frac{3}{4}$ ukupnih metalnih površina zaštićeno je organskim prevlakama [2]. Takvi se slojevi dobiju nanošenjem organskih premazanih sredstava (bojanjem i lakiranjem), uobičajenim podmazivanjem, plastifikacijom (prevlačenjem plastičnim masama), gumiranjem i bitumenizacijom. Izraz boje i lakovi rabe se za premazna sredstva i za gotove prevlake nastale njihovim sušenjem. One se također nazivaju naličima ili premazima. Sva premazna sredstva sadrže vezivo, koje čini opnu prevlake, otapalo koji obično otapa vezivo, a regulira viskoznost. Osim toga premazna sredstva mogu sadržavati netopljive praškove (pigmente i punila) koji daju nijansu i čine premaze neprozirnim, kao i različite dodatke (aditive) [5]. Lakovi mogu biti neprozirni ili čak nebojani, a ako su pigmentirani, razlikuju se od boja većom glatkoćom, sjajem i tvrdoćom prevlake. Boje i lakovi se najčešće nanose višeslojno, a svrha im je najčešće zaštitno-dekorativna. Prvi se nanosi temeljni premaz koji direktno dolazi na površinu metala i mora dobro prijanjati uz metal i pružiti aktivnu zaštitu od korozije. Stoga se temeljnim bojama dodaju specijalni pigmenti kao cink u prahu ili olovni minij. Pokrivni premaz se nanosi preko temeljnog premaza i stvara sloj koji će štititi temeljni sloj od agresivnog djelovanja okoline, te dati predmetu ljepši izgled. Temeljni i pokrivni premaz čine jedinstven zaštitni sustav pa je potrebno da se međusobno vežu. Prevlaka mora biti nepropusna, tvrda, elastična, otporna na kemijske agense, treba prijanjati uz podlogu, te mora biti izolator električne struje. Metalne konstrukcije često su izložene atmosferskom djelovanju te se najčešće zaštićuju organskim premazima [2, 5, 8].

Glavni su načini razvrstavanja organskih prevlaka [2]:

- **prema sastavu**, pri čemu se podjela obično osniva na vrsti veziva, ali katkad i na vrsti pigmenta, odnosno razrjeđivača/otapala,
- **prema osnovnoj svrsi** (sredstva za zaštitu od korozije, od mehaničkog oštećivanja, od požara, od biološkog obraštanja, sredstva za dekoraciju, za električnu izolaciju itd.),
- **prema izgledu** (bezbojne i različito obojane, mutne i sjajne, prozirne i neprozirne boje i lakovi, lakovi za postizanje dojma sjajnog ili kovanog materijala, mreškanja i ledenog cvijeća itd.),
- **prema podlogama na koje se nanosi** (crni i obojeni materijali, građevinski materijali, drvo....),
- **prema broju sastojaka koji se miješaju prije nanošenja** (jedno-, dvo- i višekomponentna premazna sredstva),
- **prema ulozi u premaznom sredstvu** (temeljna, međuslojna i pokrivna premazna sredstva, kitovi, itd.),
- **prema načinu skrućivanja sloja** (fizikalno isparavanje razrjeđivača/otapala, odnosno kemijsko otvrdnjavanje reakcijama u vezivu ili s vezivom).

Svojstva premaza koja su od posebnog značaja za sustav zaštite od korozije [9]:

- prionjivost i kompatibilnost,
- apsorpcija i propusnost,
- mehanička svojstva,
- svojstva kod izlaganja svjetlosti.

Prionjivost - je jedno od najvažnijih svojstava premaza odnosno to je funkcionalno vrijeme trajnosti sustava [9].

Kompatibilnost – temeljni, međuslojni i pokrivni premazi moraju biti međusobno kompatibilni. Kompatibilnost je određena vezivima [9].

Apsorpcija - je proces koji ovisi o karakteristikama premaza [9]:

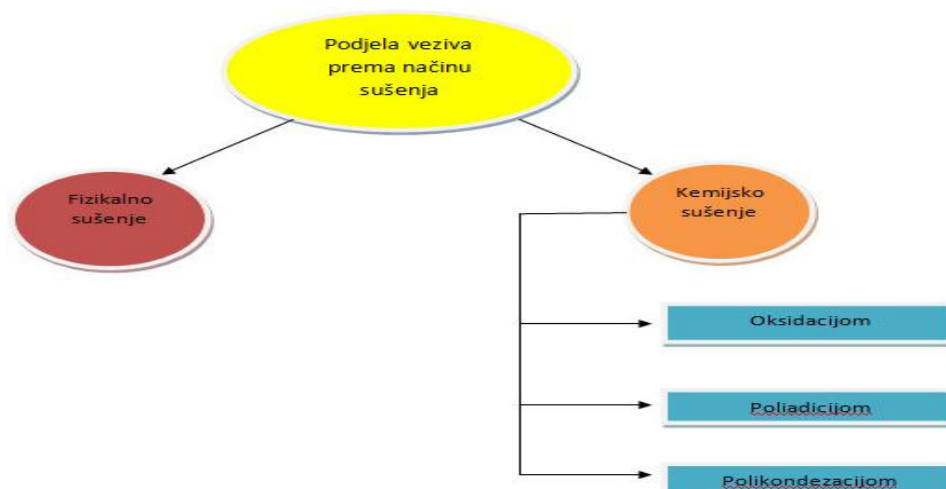
- polarnosti polimernih molekula,
- umreženosti polimera,
- prisutnosti vode u polimernoj strukturi,
- topivim komponentama,
- debljini premaznog sloja,
- karakteristikama okoliša.

Propusnost - je svojstvo premaza da propušta određene plinove ili tekućine. Propusnost je određena kao maksimalni broj pora po jedinici površine [10].

Mehanička svojstva premaza su tvrdoća, fleksibilnost, krhkost, otpornost na abraziju, lom...

3.1. Veziva

Veziva su organske tvari u tekućem ili praškastom stanju koje povezuju sve komponente premaza u homogenu cjelinu. Značajno određuju mehanička i kemijska svojstva prevlake te povezuju sve druge komponente sustava u optimalni proizvod. Veziva određuju način pripreme površine te nanošenja premaza. Veziva se dijele na prirodna i umjetna. Češća podjela je prema načinu sušenja odnosno stvaranju filma (slika 11). Veziva od većeg značenja su ona na osnovi sušivih masnih ulja, poliplasta, derivata celuloze, prirodnih smola, prirodnog ili sintetičkog kaučuka i bituminoznih tvari [11].



Slika 11. Podjela veziva prema načinu sušenja [12]

3.1.1. Sušiva ulja

Od sušivih ulja koriste se masna ulja koja su gliceridni esteri zasićenih i nezasićenih masnih kiselina. Najčešće ulje koje se koristi je laneno ulje, a u manjoj mjeri terpentini [5, 9].

3.1.2. Alkidne smole

Alkidne smole najraširenija su veziva. Alkidne smole su poliesteri više valentnih alkohola i dvovalentnih karbonskih kiselina. Alkidi se vrlo često modificiraju drugim vezivima u koja spadaju sušiva, polusušiva i nesusšiva ulja melaminske i karbamidne smole, fenoplasti, epoksidne smole, poliuretani, celulozni nitrat i silikoni [2, 5, 9].

3.1.3. Epoksidne smole

Epoksidne smole su polimeri koji sadrže reaktivne epoksidne grupe i sekundarne hidroksilne grupe. Najveću primjenu nalaze produkti sinteze epiklorohidrina i difenol propana. Premazi na bazi epoksidnih smola veoma su otporni prema kemikalijama i temperaturama od 120 do 140 °C. Sunčeva svjetlost ih razara odnosno skloni su kretanju [5, 9].

Prednosti epoksidnih premaza su [9]:

- dobra mehanička svojstva,
- glatka površina,
- otpornost prema kemikalijama.

Podjela na osnovi epoksidnih smola [5]:

- jednokomponentna premazna sredstva koja se peku,
- dvokomponentni premazi koji otvrdnjuju katalitički ili pečenjem.

3.1.4. Bituminozni materijali

Bituminozni materijali su smjese više materijala čiji sastav može prilično varirati. Crne su boje a premazi nastaju isparivanjem otapala u kojem se bituminozni materijal otopi. Imaju dobru prionjivost na metalne i mineralne podloge [9].

3.1.5. Poliuuretanske smole

Premazi na bazi poliuuretanske smole nastaju slično kao i epoksidni premazi odnosno nastaju u ovisnosti o reakcijskim komponentama. Imaju dobre mehaničke osobine, kemijski su postojni naročito u kiselinama i organskim otapalima te imaju trajan sjaj [9].

3.2. Pigmenti

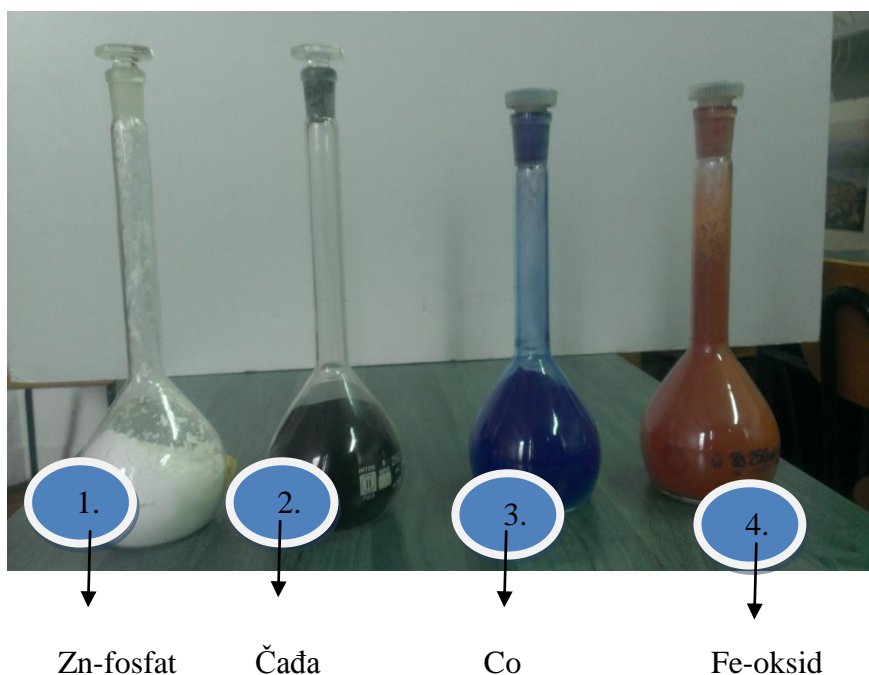
Pigmenti su prirodne ili umjetne praškaste tvari najčešće anorganskog i organskog podrijetla koje se otapaju u vezivu i temeljnom, međuslojnom i završnom sloju daju boju [2]. Pigmentima je zadatak povećanje mehaničkih i zaštitnih svojstva premaza, njihove kemijske i termičke postojanosti te poboljšanje refleksije svjetlosti. Učinci pigmenata su dekorativni, antikorozijski, i dekorativno-antikorozijski. Pa tako dekorativni učinak je važan kod pokrivnih premaza, a antikorozijski ima učinke u temeljnom, međusloju i pokrivnom sloju. Zaštitno djelovanje pigmenata može biti pasivirjuće, neutralizirajuće, inhibitorско te djelovanje katodnom zaštitom.

Neki od pigmenata prikazani su slikom 12:

1. cinkfosfat ZP 10 antikorozijski pigment,
2. PRINTEX U, crni pigment, čađa,
3. kobalt L6905 F plavi, organski pigment,
4. MICRONOX oksidno-crveni, anorganski pigment, Fe-oksid.

Pigmenti se dijele na [11]:

- anorganski (bijeli i obojeni),
- čađa,
- metalik,
- perl,
- organski.



Slika 12. Pigmenti

3.3. Punila

Punila su tako zvani jeftini pigmenti. To su praškaste tvari anorganskog podrijetla koje se dobivaju iz prirodnih minerala ili sintetskim taloženjem iz vodenih otopina. Punila poboljšavaju kemijsku i korozijsku otpornost premaza te pojačavaju otpornost na abraziju, udarce i slično. Punila se dijele na: sulfate, karbonate, okside, silikate [11].

3.4. Otapala i razrjeđivači

Otapala i razrjeđivači su organski spojevi koji otapaju veziva premaznih sredstava ali bez kemijskih promjena. Otapala i razrjeđivači su najčešće niskoviskozne i lako hlapive smjese. Utječu na viskoznost, ali i na tečljivost premaza, brzinu sušenja, karakteristike nanošenja premaza te sjaj. Otapala i razrjeđivači su prilagođeni vezivu premaza i najčešće se dodaju neposredno prije nanošenja ukoliko proizvođač nije sam prilagodio viskoznost prema tehnologiji nanošenja premaza. Ukoliko je viskoznost premaza viša od one koja je prikladna za nanošenje premaza na podlogu, premazu se neposredno prije nanošenja dodaju razrjeđivači [11]. Otapala osim primarne zadaće koriste se i za skidanje starih premaza.

Dijele se na tri osnovne skupine [12]:

- ugljikovodici,
- derivati ugljikovodika sa kisikom,
- klorirani ugljikovodici.

Ugljikovodici se opet dijele na:

- alifatske ugljikovodike,
- aromatske ugljikovodike,
- terpene.

Derivati ugljikovodika s kisikom dijele se na:

- alkohole,
- estere,
- ketone,
- glikole.

3.5. Aditivi

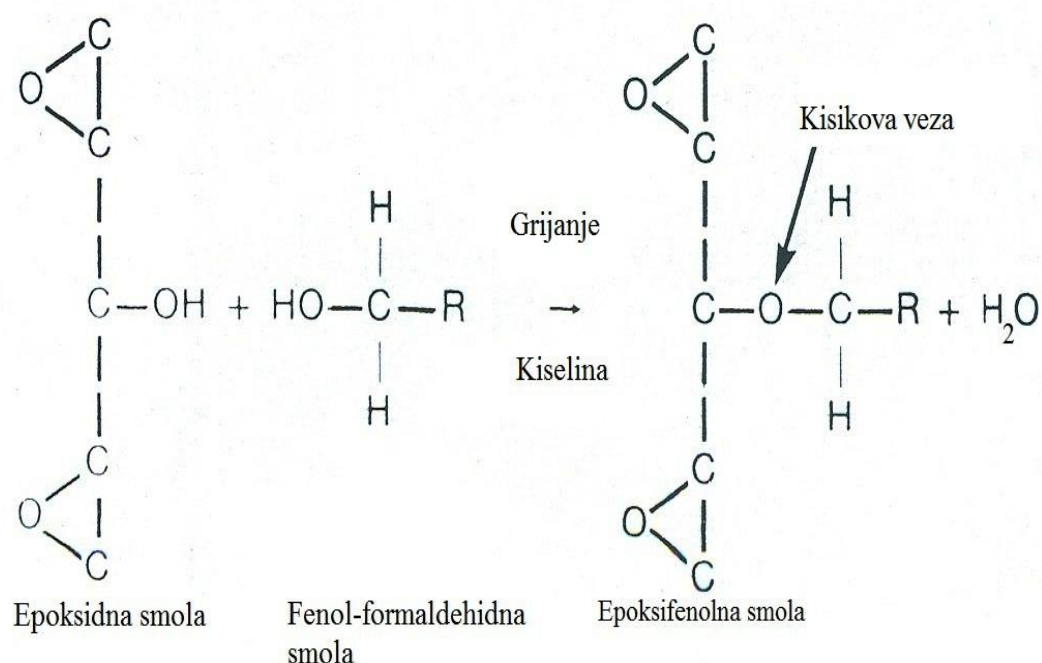
Aditive su tvari koje unatoč neznatnog udjela (ispod 5% masenog) u formulaciji premaza imaju značajan utjecaj na svojstva. Dodaju se da bi se spriječili nedostaci u premazima ili da daju specifična svojstva koja se inače teško postižu.

Dijele se prema nedostatku na koji djeluju na slijedeće skupine [12]:

- okvašivači i disperzanti,
- reološki aditivi,
- antipjeniči,
- aditivi za poboljšanje izgleda površine,
- sušila i katalizatori,
- konzervansi,
- svjetlosni stabilizatori i
- korozijski inhibitori.

4. FENOL EPOKSIDNE PREVLAKE

Fenol epoksidne prevlake imaju velik otpor prema kemikalijama i otapalima. Najčešća upotreba fenol epoksidnih prevlaka je zaštita spremnika u koji se pohranjuju različite vrste kemikalija. Prevlaka se bazira na reakcijama između alkoholne grupe iz fenolnih smola i sekundarne hidroksidne grupe iz epoksidnih smola. Na slici 13. je prikazano kemijsko nastajanje fenol epoksidne smole. Proces sušenja prevlake se odvija na temperaturama od 180 °C do 200 °C i često im se dodaje kiselinski katalizator da bi se povećala reakcija između fenolne i epoksidne smole [13] .



Slika 13. Skica kemijskog nastajanja fenol epoksidne smole [8]

Karakteristike fenol epoksidnih prevlaka:

- visoka tvrdoća,
- visoka žilavost,
- otpornost na otapala,
- otpornost na velik broj kemikalija,
- jednostavnost popravaka oštećenog mjesta prevlake.

Postupak nanošenja prevlake je vrlo jednostavan. Premaz se uvijek nanosi na čistu površinu metala, nakon čega se suše nekoliko minuta na relativno visokim temperaturama. Nanosi se višeslojno ali prije nanošenja sljedećeg sloja postupak se vraća na početak. Prevlaka je ne toksična pa se može i koristiti u prehrambenoj industriji. Najbolja karakteristika fenol epoksidnog premaza je otpor prema lužnatim otopinama, prevlake su postojane i na višim temperaturama te su vrlo postojane u vrućoj vodi [8].

4.1. Epoksidne smole

Epoksidne smole su dvokomponenta premazna sredstva. Poslije sušenja epoksi premaza formira se film koji se odlikuje izvanrednom kemijskom otpornošću na organske i anorganske kemikalije. Epoksidni premazi se ne koriste za dekorativnu svrhu, pogotovo ne za površine koje su izložene sunčevoj svjetlosti jer izgube sjaj i površinski se kredaju ali zaštitna svojstva ostaju nepromijenjena. Epoksi smole se ne rabe same već im je potreban reakcijska komponenta za stvaranje filma. Sušenje se odvija poliadicijom preko epoksi ili hidroksilnih grupa što se odvija pri nižim temperaturama ili sušenje polikondenzacijom koje se odvija s amino ili fenol smolama [8, 14].

4.2. Fenolne smole

Fenolne smole reagiraju na toplinu odnosno formiraju se pri višim temperaturama. Koriste se kada su potrebne prevlake koje trebaju imati vrlo visoku korozivnu postojanost. Fenolne prevlake nanose se prskanjem, valjcima ili uranjanjem. Nanošenje ovakvih prevlaka je kritično jer se prilikom kondenzacije stvara voda koju je potrebno ukloniti iz prevlake. Nakon nanošenja potrebno je provesti sušenje na temperaturama od 135 °C i 300 °C u trajanju od nekoliko minuta. Obično se nanosi između 4 do 6 slojeva. Prilikom nanošenja zadnjeg sloja potrebno je sušenje od nekoliko sati na temperaturi od 230 °C. Kod sušenja pri višim temperaturama i kraćeg vremenskog razdoblja stvara se bolji film nego kod nižih temperatura sušenja i dužeg vremenskog razdoblja. Fenolne prevlake se primarno koriste za zaštitu spremnika goriva, a najčešće se koriste u kao prevlaka pri zaštiti granitne cijevi pri bušenju nafte. Fenolne prevlake nemaju nikakav miris ni okus stoga se i koriste u prehrambenoj industriji [8]. U tablici 1. su prikazana svojstva fenolnih i fenolno epoksidnih prevlaka. Ocjenama od 1 do 5 su rangirana svojstva pri čemu je 1- nikakva otpornost, 2- slaba otpornost, 3- dobra otpornost, 4- vrlo dobra otpornost, 5- odlična otpornost.

Karakteristike fenolnih prevlaka:

- postojanost u vrućoj vodi,
- postojanost u blagim kiselinama,
- neutralnost na soli.

Tablica 1. Svojstva fenolnih i fenolno epoksidnih prevlaka

Svojstva	Fenolna prevlaka	Fenolepoksidna prevlaka
Fizikalno svojstvo	Vrlo tvrda.	Tvrda i žilava.
Otpornost na vodu	5	5
Otpornost na kiseline	5	3
Otpornost na lužine	2	5
Otpornost na kloride	5	5
Otpornost otapalima		
Alifatski	5	5
Aromatski	5	5
Otpornost prema temperaturi	120 °C	120 °C
Otpornost na vremenske uvjete	3	3
Otpornost starenju	5	5
Najbolje karakteristike	Postojanost u kiselinama i temperaturna otpornost.	Postojanost u lužinama i temperaturna otpornost
Ponovno premazivanje	2	2
Najčešća upotreba	Prevlake za spremnike kemikalija i prevlake u prehrambenoj industriji.	Prevlake za spremnike kemikalija.

5. PRIPREMA POVRŠINE ZA NANOŠENJE PREMAZA

Priprema površine jedna je od važnijih zadaća kod zaštite materijala premazima. Površinu je potrebno očistiti prije nanošenja premaza jer nečiste i masne površine uvelike smanjuju prionjivost premaza. Pripremom površine je potrebno osigurati optimalnu hrapavost površine jer prionjivost također ovisi i o hrapavosti. Pa tako površina ne smije biti preglatka jer je prionjivost na glatkoj površini slaba, a na gruboj površini je otežano popunjavanje udubina i prekrivanje izbočina temeljnim premazom. Nečistoće se uklanjaju postupcima čiji karakter i redoslijed ovise o stupnju onečišćenja, vrsti prevlake i željenom izgledu proizvoda [2].

Postupci pripreme površine prije zaštitnog prevlačenja jesu [2]:

- mehanički,
- kemijski,
- elektrokemijski,
- odmašćivanje.

5.1. Mehanička obrada površine

Mehaničkom obradom površine uklanjaju se korozijski produkti, nemasna onečišćenja te se postiže određeni oblik i stupanj hrapavosti.

Sadrži sljedeće postupke [2]:

- brušenje (grubo i fino) koje se provodi čvrstim ili elastičnim kolotovima s abrazivom ili neprekidnom trakom s abrazivom (slika 14.),
- poliranje tj. uklanjanje neravnina zaostalih nakon brušenja provodi se pastom ili prahom za poliranje,
- obrada u bubnjevima se provodi za sitne predmete (neosjetljive na udar) uz rotiranje s abrazivom (kvarcni pijesak, a u novije vrijeme korund),
- četkanje tj. skidanje rahlih korozijskih produkata s površine metala četkama od metalne žice (čelik, mjed) ili perlona. Pri strojnoj obradi se koriste rotirajuće četke,

- pjeskarenjem se uklanjaju korozijski produkti, te stare metalne ili nemetalne prevlake, i to u struji kvarcnog pijeska ili u novije vrijeme, u struji korunda s komprimiranim zrakom (iz mlaznica). Time je izbjegnuta bolest dišnih organa koju uzrokuje nastala prašina pri upotrebi kvarcnog pijeska,
- primjenom mlaza vode kojoj je dodan pijesak, mehanički se uklanjaju nečistoće, a smanjuje se prašina u zraku,
- sačmarenje, postupak sličan pjeskarenju, provodi se mlazom čelične sačme pomoću specijalnih mlaznica.



Slika 14. Brusni predmeti

5.2. Kemijska obrada površine

Priprema površine pomoću kemijske obrade vrši se u otopinama kiselina ili lužina. Kemijskom obradom s površine se uklanjaju korozijski produkti i anorganska onečišćenja s površine metala. Zahtjevi koje trebaju ispunjavati sredstva za kemijsku obradu su brzo otapanje korozijskih produkata, niska cijena, neotrovnost, mogućnost ponovnog korištenja, neisparljivost i što manje otapanje metala. Otapanje metale se sprečava dodavanjem inhibitora korozije. Nakon kemijske obrade nužno je ispiranje elemenata obrade [2].

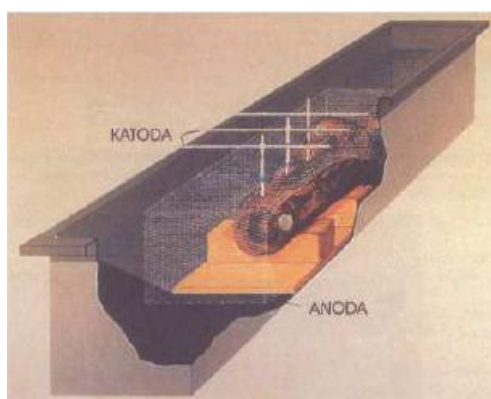
Razlikuje se [2]:

- kiselinsko dekapiranje najčešće u otopinama sumporne ili klorovodične kiseline za željezo i čelik, te u otopini dušične kiseline za bakar,
- lužnato dekapiranje u otopini hidroksida.

5.3. Elektrokemijska obrada površine

Elektrokemijska obrada površine se sastoji od elektrokemijskog nagrivanja i elektrokemijskog poliranja.

- Elektrokemijsko nagrivanje je uklanjanje oksida i drugih produkata korozije s površine metala, uronjenog u elektrolit, istosmjernom strujom. Razlikujemo anodno i katodno nagrivanje [15] (slika 15.).
- Elektrokemijsko poliranje je postupak pri kojem, za razliku od mehaničkog poliranja, ne dolazi do promjene metalne strukture zbog topline oslobođene trenjem. Postupak obrade materijala koji se koristi u proizvodnim pogonima [15].



Slika 15. Skica uređaja za elektrokemijsko nagrivanje [1]

5.4. Odmašćivanje

Odmašćivanje je uklanjanje masnih tvari s površine metala i neophodno je kod pripreme površine za nanošenje prevlaka kako bi prevlaka dobro prijanjala na površinu. Odmašćivanje se obavlja neposredno prije nanošenja prevlake. Razrjeđivači organskih premaznih sredstava najčešće se koriste za odmašćivanje površine [2].

Postupci odmašćivanja su: pomoću lužnatih otopina, organskih otapala, elektrokemijsko odmašćivanje i odmašćivanje ultrazvukom [2].

6. NANOŠENJE ORGANSKIH PREVLAKA

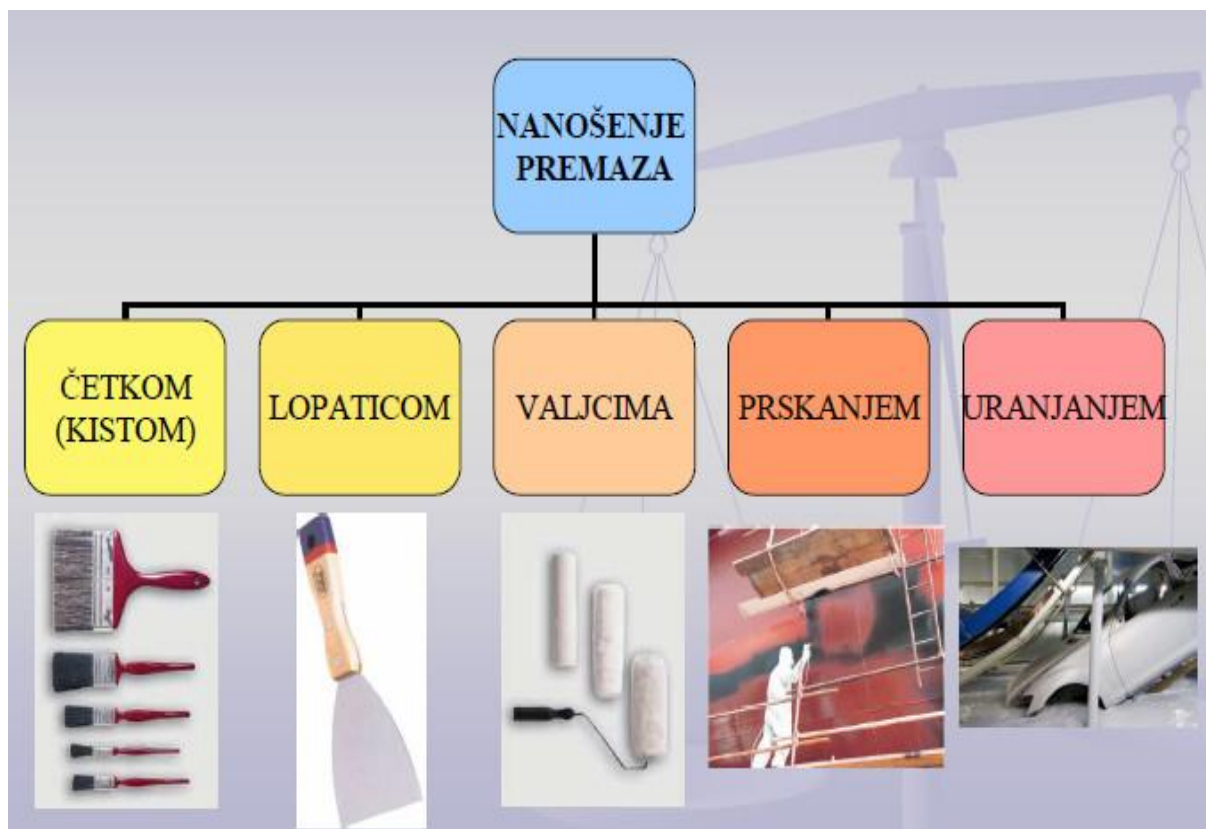
Organske prevlake se redovito nanose višeslojno na podlogu uz potpuno ili djelomično sušenje prethodnog sloja, a ponekad se i prethodni sloj mehanički obradi. Veziva slojeva koja se međusobno dodiruju moraju biti kompatibilna odnosno podnošljiva, a to znači da na granici faza ne smije doći do procesa koji bi ugrozili kakvoću premaza. Najčešće je riječ od 2-6 slojeva premaza koji zajedno imaju debljinu 60-360 μm [4].

Postupci zaštite organskim prevlakama uključuju [8]:

- nanošenje boja i lakova (premaznog sredstva),
- oblaganje gumom, plastičnim masama i postupak bitumeniziranja,
- privremenu zaštitu (transportnu i skladišnu) primjenom antikorozivnih mineralnih ulja, zaštitnih masti, zaštitnih vodenih emulzija ulja i drugih zaštitnih fluida.

6.1. Nanošenje premaza

Podjela postupaka nanošenja dana je na slici 16.



Slika 16. Nanošenje premaza [9]

6.2. Nanošenje četkama

Četke ili kistovi sastoje se od snopova životinjskih, biljnih ili sintetičkih vlakana [5, 16].

Nedostaci četkanja [5]:

- niska produktivnost,
- pojava tragova,
- neravnomjerna debljina naliča,
- slabi estetski dojam.

Prednosti četkanja [5]:

- mogućnost nanošenje bez upotrebe razrjeđivača,
- neznatni gubici premaznog sredstva,
- dobra utrljanost u podlogu što je posebice važno kod nanošenja temeljnog premaza.

6.3. Nanošenje lopaticama

Lopaticama se nanose kitovi i neki pastozni premazi s velikim udjelom suhe tvari [5, 16].

6.4. Nanošenje valjcima

Valjcima se nanose premazi gdje je potrebna velika produktivnost odnosno na velikim plohama. Dobivena površina je ravnomjernije nanesena nego kod četkanja. Gubici su mali, a i upotreba razrjeđivača je nepotrebna [5, 16].

6.5. Nanošenje prskanjem

Prskanje se obavlja stlačenim zrakom pri sobnoj temperaturi ili pri povišenoj temperaturi, zračnim ili elektrostatičkim postupkom. Prskanje pomoću zraka izvodi se pištoljima pri tlaku 0,12 do 0,5 MPa (slika 17.). Prskanje se obavlja u posebnim prostorima s ventilacijom i vodenom zavjesom zbog prašine koja se stvari u okolini nanošenja. Pri prskanju nastaju gubici od 20 do 50% premaznog sredstva, ali je zato vrlo visoka produktivnost te se dobivaju ravnomjerno nanešeni slojevi premaza i vrlo dobar estetski dojam [5, 16].

Podjela prskanja:

- Zračno prskanje
- Elektrostatičko prskanje

6.6. Zračno prskanje

Zračno prskanje provodi se pneumatski ili hidraulički. Dobiveni slojevi premaza su deblji što ponekad smanjuje potrebni broj slojeva premaza pa je time povećana produktivnost. Na slici 17. prikazan je pištolj za zračno prskanje.



Slika 17. Pištolj za zračno prskanje [17]

6.7. Elektrostatičko prskanje

Postupak nanošenja premaza elektrostatičkim prskanjem odvija se pod viskom naponom uz vrlo male struje između pištolja i obrađivanog predmeta stoga je potreban generator istosmjerne struje [15].

6.8. Nanošenje uranjanjem

Postupak uranjanja provodi se pri upotrebi manjih i jednostavnih predmeta. Nužno je imati ocjeđivanje viška premaza, te razrjeđivanje premaza. Mali su gubici premaza [5, 15].

7. EKSPERIMENTALNI DIO

U eksperimentalnom dijelu rada provedeno je ispitivanje postojanosti fenol epoksidnih prevlaka u kiselim otopinama i u slanoj komori na pocinčanim limovima dimenzija 110x50x1 mm. Ispitivanje je provedeno na 10 pločica na koje je nanesen fenol epoksidni premaz postupkom uranjanja. Ispitivanja su provedena s ciljem izučavanja otpornosti na kiseline i prionjivosti fenol epoksidnih premaza.

7.1. Fenol epoksidni premaz

Za ispitivanje je korištena dvokomponentna fenol-epoksidna boja HEMPADUR 15500 proizvođača Hempel koja se skrućuje pomoću aminoadukata. Otvrđnjavanjem prerasta u premaz kojeg odlikuje izvanredna otpornost na čitav niz kemikalija. Temperatura primjene premaza Hempadur 15500 u eksploataciji je 160 °C na suhom i 50 °C u morskoj vodi. Preporuča se kao premaz za tankove.

7.2. Slana komora

Najstariji i najviše rasprostranjeni standardizirani laboratorijski korozijski test jest ASTM B 117, metoda ispitivanja u slanoj magli, koja je izvorno odobrena početkom 20 stoljeća. Tijekom godina, koncentracija soli u solnoj kupci je mjenjana u rasponu od 3,5 do 20 %. Postotak od 5 %, koji se koristi i danas, utvrđen je 1954. Ostali standardi moraju se pažljivo koristiti jer oni mogu zahtijevati različite koncentracije postotka soli. Postoje komore različitih dizajna i veličina. Valja napomenuti da rijetko postoji izravan odnos između otpornosti u slanom okruženju i otpornosti na koroziju u drugim medijima, jer kemizam reakcije, uključujući i stvaranje filmova i njihove zaštitne vrijednosti, često uvelike ovisi o preciznim uvjetima u kojim se nalazi materijal. Ispitivanje je provedeno prema normi ISO 9227. Prikaz slane komore dan je na slici 18.



Slika 18. Prikaz slane komore Ascott S450 u Laboratoriju za zaštitu materijala

7.3. Obrada površine

Uzorci su izrezani iz trakastog lima debljine 1 mm na dimenzije 110x50x1 mm. Prije uranjanja svi uzorci su odmašćeni etanolom (slika 19.).



Slika 19. Odmašćivanje površine

7.4. Priprema fenol epoksidnog premaza



Premaz se sastoji od dvije komponente, baze 15509 i kontakta 97580. Mješanje je provedeno u volumnom omjeru, baza : kontakt = 8,9 : 1,1. Nakon što su baza i kontakt dodani u posudu provedeno je mješanje dok se ne postigne homogena smjesa.

Prije nanošenja potrebno je premaz ostaviti 15 minuta da mješavina odreagira, to jest potrebno je određeno vrijeme indukcije. Nakon 15 minuta dodan je razrjeđivač u boju u udjelu od 10 % ukupnog volumena.

7.5. Nanošenje premaza uranjanjem

Svi uzorci su uranjani u premaz te nakon toga ocijedeni (tablica 2.) i ostavljeni da se suše 24 sata.

Tablica 2. Postupak uranjanja

	Uranjanje te držanje u premazu 10 sekundi.
	Cijedenje

7.6. Mjerenje debljine premaza

Ispitivanje debljine premaza provedeno je uređajem Elcometer 456/4 (tablica 3.) sukladno normi EN ISO 2808. Prije mjerenja uređaj je umjeren pomoću etalona. Na svakom uzorku provedeno je po deset mjerenja. Uređaj ima mogućnost pohrane podataka i spajanja na računalo. Nakon izvršenog mjerenja uređaj se spaja na računalo i dobivaju se podaci o debljini premaza. Pošto su uzorci bili na pocinčanom limu potrebno je bilo izmjeriti debljinu pocinčanog sloja na svim uzorcima (tablica 4.) da bi se kasnije mogla pravilno izmjeriti debljina fenol epoksidnog premaza (tablica 5.).

Tablica 3. Mjerenje debljine premaza

	<p>Slika prikazuje inspektor kit s Elcometrom 456/4 uređajem za ispitivanje debljine premaza.</p>
	<p>Izvođenje mjerenja.</p>

Tablica 4. Debljine pocinčanog sloja na svim uzorcima

<i>Debljina pocinčanog sloja u μm</i>									
Uzorak	minimum	maksimum	standardna devijacija	prosječna	Uzorak	minimum	maksimum	standardna devijacija	prosječna
1	20,1	22,9	1,05	21,51	6	18,6	21,8	0,95	19,77
2	16,7	24	2,11	20,96	7	20	24,4	1,47	22,24
3	18,6	23,3	1,52	21,01	8	19,7	23,7	1,23	21,28
4	18	24	1,66	21,13	9	19	21,7	0,93	20,14
5	17	27,6	3,2	22,68	10	19,7	23,9	1,26	21,36

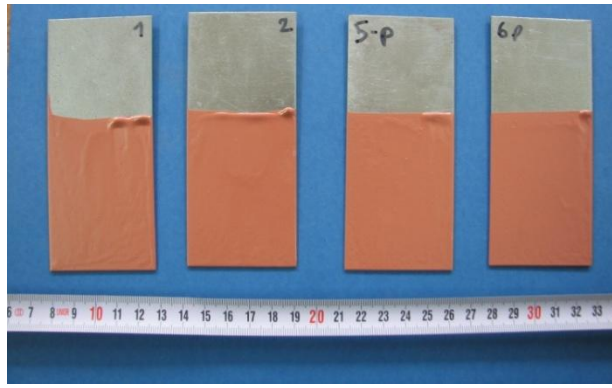

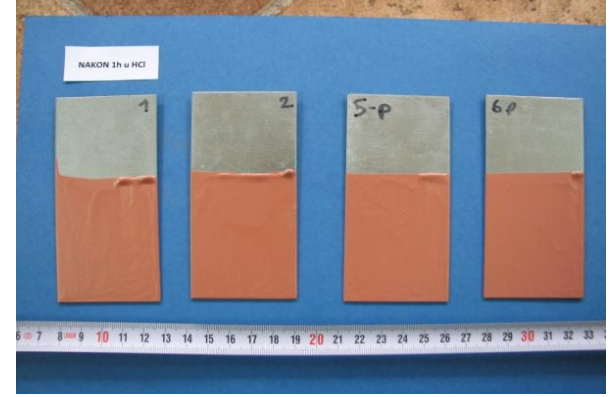
Tablica 5. Debljine fenol epoksidnog premaza na svim uzorcima

<i>Debljina fenol epoksidnog premaza u μm</i>									
Uzorak	minimum	maksimum	standardna devijacija	prosječna	Uzorak	minimum	maksimum	standardna devijacija	prosječna
1	96	170	21,41	118	6	76,5	152	19,43	108,39
2	107	150	14,47	124,6	7	51,1	209	52,21	103,54
3	42,4	172	33,14	108,5	8	67,3	216	51,02	156,91
4	62,8	156	30,34	107,42	9	78,7	145	23,48	120,74
5	97	168	20,33	127,9	10	110	142	10,81	130

7.7. Ispitivanje postojanosti u klorovodičnoj kiselini

Od 10 uzoraka 4 uzorka su odabrana za ispitivanje u klorovodičnoj kiselini u kojoj su se uzorci držali sat vremena (slika 20.). Po jedan uzorak za svaku vrijednost kiselosti otopine. Vizualno se pregledavalo svakih 10 *minuta* da bi se utvrdilo da li je došlo do kakvih promjena u premazu. Nakon izvršenog ispitivanja nije došlo do nikakvih promjena na površini premaza. U tablici 6. dan je prikaz ispitnih uzoraka prije i nakon uranjanja u kiselinu.

Tablica 6. Uzorci prije uranjanja u kiselinu i nakon vađenja iz kiseline

	<p>Uzroci prije stavljanja u kiselinu. Vizualno pregledani da nema nikakvih oštećenja premaza.</p>
	<p>Uzorci stavljeni u kiselinu.</p>
	<p>Uzorci isprani i ostavljeni da se osuše, te vizualno pregledani. Nije došlo do nikakvih promjena površine premaza.</p>

7.8. Ispitivanje postojanosti u slanoj komori

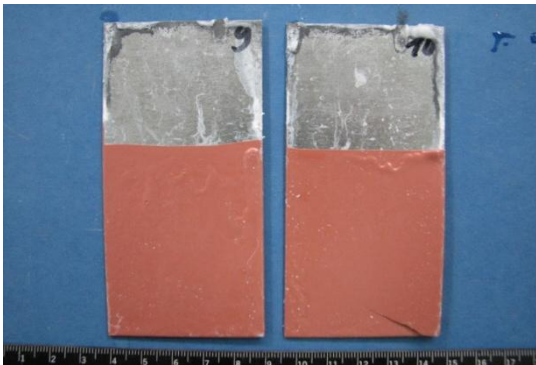
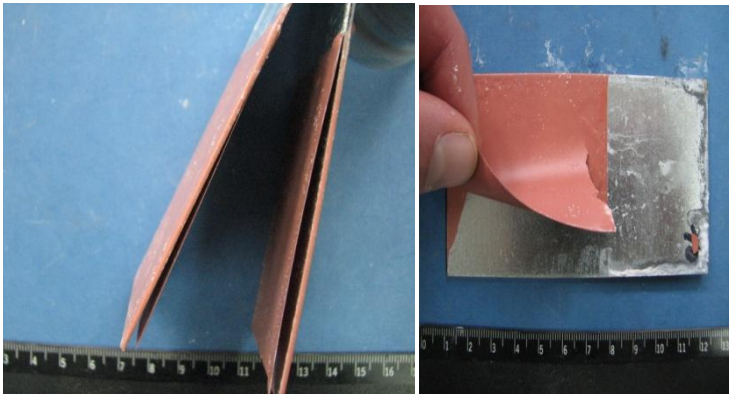
Ispitni uzorci su nakon nanošenja premaza i sušenja stavljeni u slanu komoru u trajanju od 72 sata. Ispitivanje je provedeno u slanoj komori Ascott, model S450, prema normi HRN ISO 9227 kao što je već ranije navedeno. Parametri ispitivanja dani su u tablici 7. U tablici 8. prikazi su uzorci nakon ispitivanja.

Nakon što su uzorci izvađeni iz komore vizualno su pregledani.

Tablica 7. Parametri ispitivanja u slanoj komori

Parametri ispitivanja	<i>Norma HRN ISO 9227</i>	Uvjeti ispitivanja
Trajanje ispitivanja, <i>h</i>	<i>prema dogovoru</i>	72
Temperatura ispitnog prostora, °C	<i>35±2</i>	35±0,1
Temperatura ovlaživača komp. zraka, °C	<i>45 – 50</i>	50
Tlak komprimiranog zraka, <i>bara</i>	<i>0,7 – 1,4</i>	1,4
Korištena otopina	<i>NaCl</i>	NaCl
Koncentracija korištene otopine, %	<i>5</i>	5
Količina sakupljenog kondenzata, <i>ml/80cm²/h</i>	<i>1.5±0,5</i>	2,0
pH vrijednost kondenzata pri 25±2°C	<i>6,5 – 7,2</i>	6,63
Provodljivost destilirane vode, <i>μS/cm</i> pri 25±2°C	<i>max. 20</i>	<10

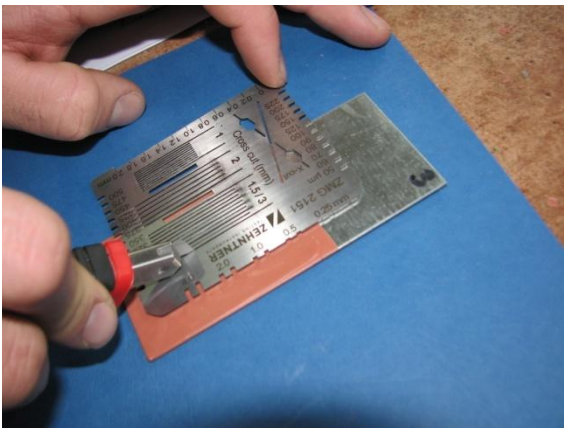
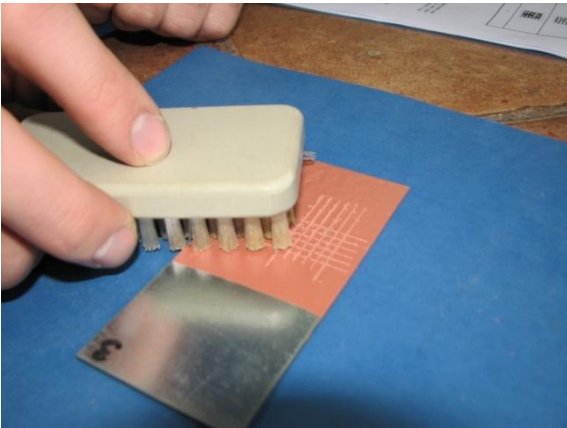

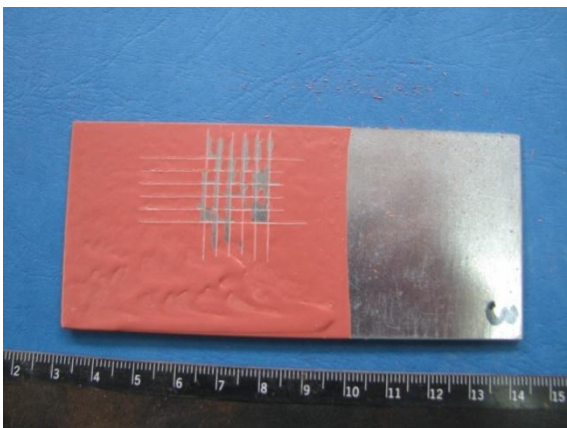
Tablica 8. Prikaz promjena stanja premaza nakon ispitivanja u slanoj komori

	<p>Vidljivi su počeci korodiranja pocinčanog sloja.</p>
	<p>Vidljivo je odvajanje premaza.</p>

7.9. Ispitivanje prionjivosti zarezivanjem mrežice - “Cross-cut test“

Prionjivost je jedno od najvažnijih svojstava premaza koje ovisi o stanju površine prije nanošenja premaza te o kompatibilnosti premaznih sredstava. Ispitivanje je provedeno pomoću skalpela i pomoćnog alata, tako da se ureže šest horizontalnih i šest vertikalnih ureza da se dobije kvadratna mrežica nakon urezivanja, četkom se lagano prijeđe preko mreže u različitim smjerovima, slijedi naljepljivanje ljepljive trake i nakon odljepljivanja se promatra odvojena površina unutar mrežice (tablica 9). Razmaci između ureza određeni su debljinom premaza (tablica 10.). Ocjena stupnja prionjivosti premaza određuje se prema normi HRN EN 2409 ocjene vidljive u (tablica 11.).

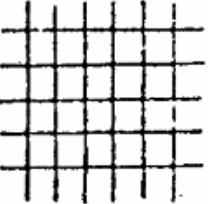
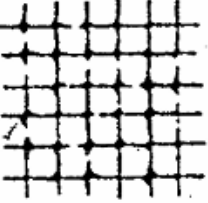
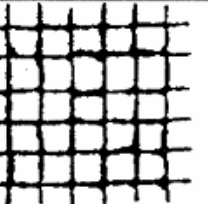


Tablica 9. Postupak ispitivanja prionjivosti

	
Postupak urezivanja	Čišćenje
	
Naljepljivanje trake	Ocjenjivanje

Tablica 10. Razmaci između ureza

Razmak između ureza [mm]	Debljina premaz u [μm]
1	do 60
2	60-120
3	iznad 120

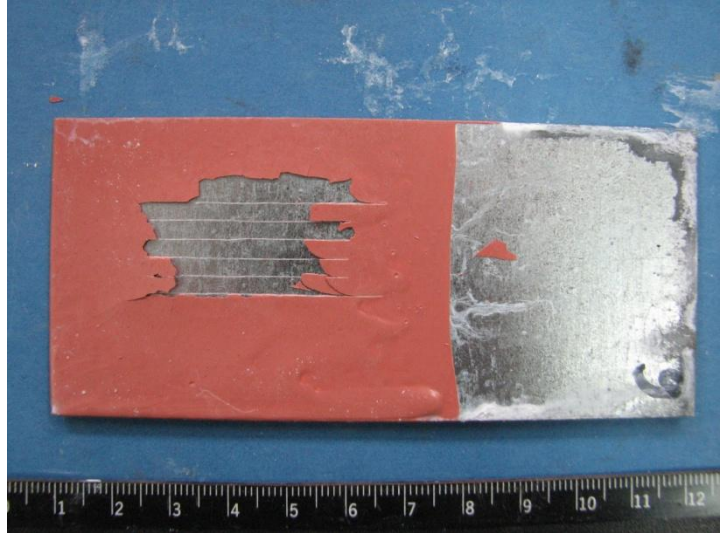
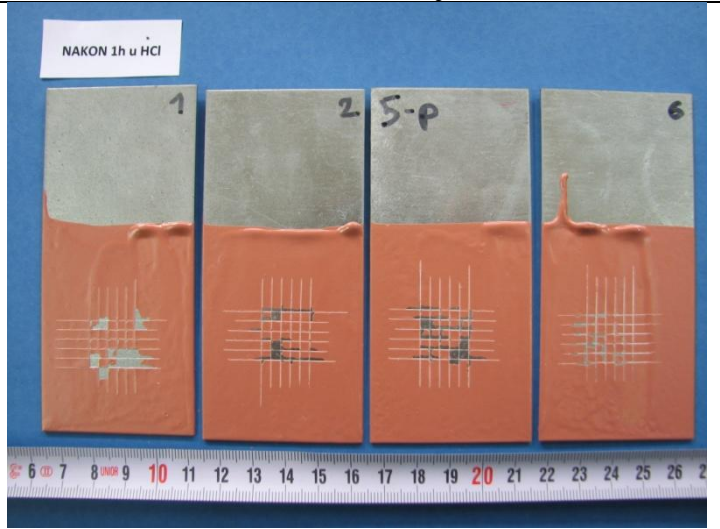
Tablica 11. Ocjena prionjivosti premaza prema normi HRN EN 2409

OPIS	IZGLED POVRŠINE	ISO 2409 i DIN 53151
Tragovi rezova su potpuno glatki, nijedan kvadratić mrežice nije otkinut.		0
Nešto premaza je oljušteno na sjecištima u mrežici, manje od 5% površine je oštećeno.		1
Dio premaza je oljušten na rubovima i sjecištima u mrežici. 5 do 15% površine je oštećeno.		2
Premaz je oljušten duž rubova i unutar kvadratića mrežice. 15 do 35% površine je oštećeno.		3
Premaz je oljušten duž rubova cijelog reza, neki kvadratići su potpuno oljušteni. 35 do 65% površine je oštećeno.		4
Više od 65 % površine je oljušteno.	Oštećenje veće od 65 %.	5

7.10. Analiza rezultata

U tablici 12. prikazana je analiza rezultata ispitivanjem prionjivosti premaza sukladno normi ISO 2409 nakon 72 sata ispitivanja u slanoj komori i nakon 1 sata u otopini HCl.

Tablica 12. Prikaz rezultata prionjivosti

 <p>Nakon 72 sata u slanoj komori.</p>	<p>Na uzorku 9 oljušteno je više od 65 % površine. Prema ISO 2409 normi odgovara ocjeni 5 što znači da je premaz jako oštećen i da nije za upotrebu u atmosferi s visokim postotkom soli.</p>
 <p>Nakon 1h u HCl-u.</p>	<p>Na svim uzorcima koji oljušteno je 35 % do 65 % površine prema ISO 2409 normi te svi uzorci odgovaraju ocjeni 4. Što nam govori da se premaz ne može koristiti u HCl otopinama.</p>

Rezultati ispitivanja prionjivosti na uzorcima prikazani su u tablici 13. Analizom uzoraka utvrđeno je oljuštenje površine od 35 % do 65 % na uzorcima 1, 2, 5, 6 koji su bili uronjeni u otopinu HCl s vrijednostima kiselosti pH 1 do 7, a uzorak 9 je bio u slanoj komori 72 sata te je utvrđeno nakon ispitivanja prionjivosti oljuštenost površine bila veća od 65 %.

Jedan od razloga slabe prionjivosti je postupak nanošenja premaza uranjanjem, a drugi bi bio i slaba priprema površine. Postupak nanošenja uranjanjem pokazao se kao krivi izbor nanošenja premaza na ispitne uzorke. Nanošenjem premaza uranjanjem premaz je na ispitnim uzorcima bio nejednolik što je doprinijelo da premaz ima slabiju prionjivost na ispitnim uzorcima te je na mjestima veće debljine premaza dolazilo do većeg oljuštenja površine. Nanošenje premaza je vrlo bitan čimbenik za prionjivost jer premaz mora biti jednolik po cijeloj površini te bi bolja tehnika nanošenja bila prskanjem, valjcima ili četkama. Provedenim ispitivanjem potvrđena je postojanost fenol epoksidnih premaza u kiselim otopinama ali uvelike treba paziti na pravilan izbor tehnike nanošenja premaza te dobru pripremu površine.

8. ZAKLJUČAK

Zaštita premazima je jedna od najzastupljenijih načina zaštite metalnih konstrukcija od korozije. Tehnologija zaštite primjenom premaza vrlo je zahtjevana te je vrlo bitan čimbenik u osiguravanju kvalitete konstrukcije, životnog vijeka konstrukcije te manje bitnog estetskog dojma konstrukcije. Fenol epoksidne prevlake su vrsta premaza koje se upotrebljavaju za zaštitu spremnika zbog visokog otpora prema kemikalijama i otapalima.

U eksperimentalnom djelu rada provedeno je korozijsko ispitivanje u otopini HCl u trajanju od 1 sata te ispitivanje u slanoj komori u trajanju od 72 sata prema normi HRN ISO 9227 na ispitnim uzorcima od pocinčanog lima na koje se je premaz nanosio uranjanjem.

Na temelju provedenih ispitivanja fenol epoksidnog premaza može se zaključiti da su:

- fenol epoksidni premaz postojan u kiseloj otopini ali ne i u agresivnoj atmosferi,
- debeli sloj premaza lošije prijanja na metalnu podlogu ,
- nanašanje premaza uranjanjem postiže se ravnomjernija debljina premaza nego kistom.

LITERATURA

- [1] Juraga I., Alar V., Stojanović I., Šimunović V.: Korozijska i metode zaštite od korozijske, autorizirana predavanja, FSB, 2011.
- [2] Stupnišek-Lisac E.: Korozijska i zaštita konstrukcijskih materijala, FKIT, Zagreb, 2007.
- [3] Slade I: Obrada materijala 2, skripta, Srednja škola Nikole Tesle, Zagreb, 2004.
- [4] Dostupno na <http://www.merusonline.com/in-general/iron-pipes>, 14.02.2013.
- [5] Esih I.: Osnove površinske zaštite, Zagreb, FSB, 2003.
- [6] Dostupno na: <http://pierre.fkit.hr/korozijska/pictures/elkorozijska.jpg>, 14.02.2013.
- [7] Dostupno na: <http://www.iitb.ac.in/~corrsci/uniform2.jpg>, 10.09.2013.
- [8] C. G. Munger: Corrosion prevention by protective coatings, second edition, NACE International, Houston, SAD, 1999.
- [9] Dostupno na: http://tkojetko.irb.hr/documents/8305_1659.pdf, pristupio 14.02.2013.
- [10] Dostupno na: www.pfst.hr/old/data/materijali/KZMpredavanje_11.ppt, pristupio 14.02.2013.
- [11] Maja Kliškić i Ladislav Vrsalović: Vježbe i tehnologije površinske zaštite, Split, 2005.
- [12] Rački-Weihnacht N.: Boje i lakovi - jučer danas sutra, Chromos boje i lakovi d.d., Zagreb, 2004.
- [13] Trethewey K.R., Chamberlain Y., Corrosion for Science and Engineering, Longman
- [14] Gulišija Z. i Lačnjevac Č.: Korozijska i zaštita materijala, ITNMS, IDK, Beograd, 2012.
- [15] Dostupno na: http://www.grad.unizg.hr/download/repository/TKM_3_predavanje.pdf, 14.02.2013.
- [16] Gojić M.: Površinska obradba materijala, Zagreb, 2010.
- [17] Dostupno na: <http://www.nagyformatumu.hu/files/u2/voylet.jpg>, 14.02.2013.

PRILOZI

- I. CD-R disc
- II. Rezultati mjerenja ispitivanja Elcometrom